

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-114582

(P2020-114582A)

(43) 公開日 令和2年7月30日(2020.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B O 1 D 53/18 (2006.01)	B O 1 D 53/18 1 5 0	4 D 0 0 2
B O 1 D 53/50 (2006.01)	B O 1 D 53/50 2 0 0	4 D 0 2 0
B O 1 D 53/78 (2006.01)	B O 1 D 53/78 Z A B	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2019-6649 (P2019-6649)	(71) 出願人	514030104 三菱日立パワーシステムズ株式会社 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(22) 出願日	平成31年1月18日(2019.1.18)	(74) 代理人	110000785 誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	香川 晴治 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	加賀見 守男 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

最終頁に続く

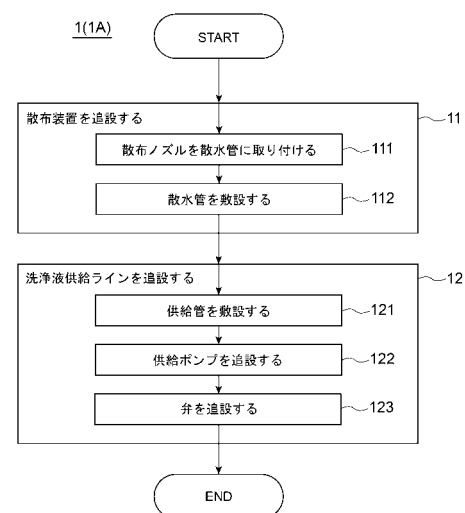
(54) 【発明の名称】 液柱式吸収塔の改造方法および液柱式吸収塔

(57) 【要約】

【課題】改造コストの増大を防止することができるとともに、脱硫性能および除塵性能を向上させることができる液柱式吸収塔の改造方法を提供する。

【解決手段】液柱式吸収塔は、内部空間を有する吸収塔本体と、内部空間に設けられて洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、を備える。液柱式吸収塔の改造方法は、液柱ノズルよりも上方の位置に、洗浄液を下方に向けて散布するように構成された散布装置を追設する散布装置追設工程と、散布装置に対して洗浄液を供給するための少なくとも一つの洗浄液供給ラインを追設する洗浄液供給ライン追設工程と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液柱式吸収塔の改造方法であって、

前記液柱式吸収塔は、内部空間を有する吸収塔本体と、前記内部空間に設けられて洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、を備え、

前記液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置に、洗浄液を下方に向けて散布するように構成された散布装置を追設する散布装置追設工程と、

前記散布装置に対して洗浄液を供給するための少なくとも一つの洗浄液供給ラインを追設する洗浄液供給ライン追設工程と、を備える

液柱式吸収塔の改造方法。

10

【請求項 2】

前記洗浄液供給ライン追設工程は、前記散布装置に前記洗浄液を供給するための第 1 供給ポンプを追設する供給ポンプ追設工程を含む

請求項 1 に記載の液柱式吸収塔の改造方法。

【請求項 3】

前記洗浄液供給ライン追設工程は、前記洗浄液供給ラインを流れる前記洗浄液の量を調整可能に構成されている調整弁を追設する調整弁追設工程を含む

請求項 1 又は 2 に記載の液柱式吸収塔の改造方法。

【請求項 4】

前記液柱ノズルのノズル径を拡げるノズル径拡大工程をさらに備える

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の液柱式吸収塔の改造方法。

20

【請求項 5】

前記液柱ノズルに対して洗浄液を供給するための第 2 供給ポンプは、翼角度が固定された固定翼を含む

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の液柱式吸収塔の改造方法。

【請求項 6】

前記散布装置は、噴霧パターンが環円形になるように構成されたホロコーンノズル、円形状に全面噴射するように構成されたフルコーンノズル、気体を混合させ洗浄液を微粒液滴にして噴霧するように構成された二流体ノズル、洗浄液を液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルである第 2 の液柱ノズル、の何れか一つを含む

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の液柱式吸収塔の改造方法。

30

【請求項 7】

燃焼装置から排出された排ガスを洗浄液により洗浄するように構成された液柱式吸収塔であって、

前記排ガスと前記洗浄液とを気液接触させるように構成された気液接触部と、洗浄液を貯留するように構成された液だまり部と、を含む内部空間を画定するように構成された吸収塔本体と、

前記内部空間に設けられるとともに、洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、

前記内部空間における前記液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置に設けられるとともに、洗浄液を下方に向けて散布する散布装置と、

前記液だまり部に貯留された前記洗浄液を第 1 の洗浄液拔出口から抜き出して前記液柱ノズルに送るよう構成された第 1 の洗浄液供給ラインと、

前記液だまり部に貯留された前記洗浄液を前記第 1 の洗浄液拔出口とは異なる第 2 の洗浄液拔出口から抜き出して前記散布装置に送るよう構成された第 2 の洗浄液供給ラインと、を備える

液柱式吸収塔。

40

【請求項 8】

前記第 2 の洗浄液供給ラインに設けられるとともに、前記第 2 の洗浄液供給ラインを流れる前記洗浄液の量を調整可能に構成されている調整弁をさらに備える

50

請求項 7 に記載の液柱式吸収塔。

【請求項 9】

前記散布装置は、噴霧パターンが環円形になるように構成されたホロコーンノズル、円形状に全面噴射するように構成されたフルコーンノズル、気体を混合させ洗浄液を微粒液滴にして噴霧するように構成された二流体ノズル、洗浄液を液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルである第 2 の液柱ノズル、の何れか一つを含む

請求項 7 又は 8 に記載の液柱式吸収塔。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、洗浄液を上方に向けて液柱状に噴き上げるように噴射して排ガスを洗浄する液柱式吸収塔の改造方法、および液柱式吸収塔に関する。

【背景技術】

【0002】

例えばボイラなどの燃焼機関から排出される排ガスには、 SO_x （硫黄酸化物）などの大気汚染物質が含まれている。排ガスに含まれる SO_x を低減するための方法には、アルカリ水溶液や吸収剤スラリーなどの吸収液で SO_2 （亜硫酸ガス）などを吸収除去する湿式の脱硫方法がある。

【0003】

上記湿式の脱硫方法を用いる脱硫装置として、洗浄液（吸収液）を上方に向けて噴き上げるように噴射することで排ガスを洗浄する液柱式吸収塔が知られている（例えば特許文献 1 参照）。液柱式吸収塔では、液柱ノズルから噴射される洗浄液が液柱ノズルよりも上方に液柱を形成する。上記液柱を形成後の洗浄液は、噴き上げ頂部で分散した後に降下し、液柱ノズルから噴き上げられる洗浄液と衝突して微細化する。微細化した洗浄液は、排ガスと効果的に気液接触し、排ガスに含まれる大気汚染物質を効果的に吸収する。また、微細化した洗浄液は、排ガスに含まれる煤塵を排ガス中から除去可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 10-128053 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

近年、硫黄酸化物や煤塵などの大気汚染物質の排出規制が強化される傾向にある。大気汚染物質の排出量を減少させるための一手段として、硫黄含有率の低い低硫黄燃料や、燃焼により生じる煤塵の量が少ない低煤塵燃料のような、良質燃料を燃焼機関で使うことが考えられる。しかし、上記良質燃料は高額であるので、運用コストの低減を図るために、硫黄含有量が高い燃料や燃焼により生じる煤塵の量が多い高煤塵燃料のような、低額な燃料を使用したいという要望がある。

【0006】

上記のような事情により、既存の液柱式吸収塔の脱硫性能および除塵性能を向上させる必要が生じている。既存の液柱式吸収塔の脱硫性能および除塵性能を向上させるためには、液柱ノズルに送られる洗浄液の流量を増やして液柱の高さを高くすればよいが、液柱の高さを当初の設計上の液柱の高さよりも高くする場合には、吸収塔本体の高さを高くする必要があり、吸収塔本体の高さを高くする改造は、長期、大規模な工事になるので、改造コストの増大を招く虞がある。なお、特許文献 1 には、液柱式吸収塔の改造方法は言及されていない。

【0007】

上述した事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態の目的は、改造コストの増大を防止することができるとともに、脱硫性能および除塵性能を向上させることができる液柱

10

20

30

40

50

式吸収塔の改造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(1) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法は、液柱式吸収塔の改造方法であって、上記液柱式吸収塔は、内部空間を有する吸収塔本体と、上記内部空間に設けられて洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、を備え、

上記液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置に、洗浄液を下方に向けて散布するように構成された散布装置を追設する散布装置追設工程と、

上記散布装置に対して洗浄液を供給するための少なくとも一つの洗浄液供給ラインを追設する洗浄液供給ライン追設工程と、を備える。

10

【0009】

改造前の液柱式吸収塔は、吸収塔本体の内部空間における、液柱ノズルから上方に向けて液柱状に噴射された洗浄液が到達する範囲である洗浄液到達範囲に、洗浄液と排ガスとが接触する気液接触部が形成される。上記洗浄液到達範囲は、噴流の噴き上げ頂部を上端とする。

上記(1)の方法によれば、液柱式吸収塔の改造方法は、散布装置を追設する散布装置追設工程と、少なくとも一つの洗浄液供給ラインを追設する洗浄液供給ライン追設工程と、を備える。散布装置追設工程で設置された散布装置は、洗浄液供給ラインから送られた洗浄液を、液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置から下方に向けて散布する。このため、吸収塔本体の内部空間における上記洗浄液到達範囲の上端よりも上方に、散布装置により散布された洗浄液と排ガスとが接触する気液接触範囲が新たに形成される。つまり、上記液柱式吸収塔の改造方法により改造後の液柱式吸収塔は、既設の液柱式吸収塔よりも、洗浄液と排ガスとが接触する気液接触部が上方に拡大している。このため、改造後の液柱式吸収塔は、改造前の液柱式吸収塔よりも気液接触部が大きいので、改造前の液柱式吸収塔よりも脱硫性能および除塵性能を向上させることができる。

20

【0010】

また、上記(1)の方法によれば、散布装置と少なくとも一つの洗浄液供給ラインの追設は、短期、小規模な工事で可能であり、且つ、吸収塔本体に対して長期、大規模な工事を行う必要がないので、改造コストの増大を防止することができる。

30

【0011】

(2) 幾つかの実施形態では、上記(1)に記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記洗浄液供給ライン追設工程は、上記散布装置に上記洗浄液を供給するための第1供給ポンプを追設する供給ポンプ追設工程を含む。

【0012】

上記(2)の方法によれば、供給ポンプ追設工程では、散布装置に洗浄液を供給するための第1供給ポンプを追設する。つまり、第1供給ポンプは、液柱ノズルに洗浄液を供給するための供給ポンプ(第2供給ポンプ)とは別のポンプである。第1供給ポンプを第2供給ポンプとは別のポンプとし、洗浄液供給ラインの揚程や洗浄液供給ラインでの洗浄液の圧力損失などを考慮したポンプにすることで、散布装置に供給される洗浄液の量や圧力を適切なものにすることができる。また、第2供給ポンプは、既設のポンプをそのまま利用できるので、改造コストの増大を防止することができる。

40

【0013】

(3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)に記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記洗浄液供給ライン追設工程は、上記洗浄液供給ラインを流れる上記洗浄液の量を調整可能に構成されている調整弁を追設する調整弁追設工程を含む。

【0014】

上記(3)の方法によれば、調整弁追設工程で追設される調整弁により、洗浄液供給ラインを流れる洗浄液の量を増減させることで、散布装置から散布される洗浄液の量を増減させることができる。散布装置から散布される洗浄液の量を適量とすることで、必要な脱

50

硫性能や除塵性能を確保しつつ、洗浄液の散布量の過大による排ガスの圧力損失の増加を抑制することができる。

【0015】

(4) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(3)の何れかに記載の液柱式吸収塔の改造方法は、上記液柱ノズルのノズル径を拡げるノズル径拡大工程をさらに備える。

【0016】

液柱ノズルから上方に噴射された洗浄液が、散布装置にかかる環境下では、散布装置にスケールなどの析出物が付着して散布装置の散布性能が低下する虞がある。

上記(4)の方法によれば、ノズル径拡大工程で液柱ノズルのノズル径を拡げることで、液柱ノズルから噴射される洗浄液の流量を維持しつつ、液柱の高さを低くすることができる。液柱の高さを低くすることで、液柱ノズルから上方に噴射された洗浄液が散布装置にかかるのを防止することができ、ひいては析出物の付着による散布装置の散布性能の低下を防止することができる。

【0017】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(4)の何れかに記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記液柱ノズルに対して洗浄液を供給するための第2供給ポンプは、翼角度が固定された固定翼を含む。

【0018】

上記(5)の方法によれば、固定翼を含む第2供給ポンプの稼働台数が増えると、その分だけ液柱の高さが高くなる。例えば、運転する第2供給ポンプを切り換える際には、予備の第2供給ポンプを起動するので、液柱の高さが通常運転時よりも高くなる。液柱の高さが高くなると、液柱ノズルから上方に噴射された洗浄液が散布装置にかかる可能性が高くなる。

上記の方法によれば、ノズル径拡大工程により液柱の高さを低くすることができるので、第2供給ポンプが固定翼を含む場合であっても、液柱ノズルから上方に噴射された洗浄液が散布装置にかかるのを防止することができる。

【0019】

(6) 幾つかの実施形態では、上記(1)～(5)の何れかに記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記散布装置は、噴霧パターンが環円形になるように構成されたホロコーンノズル、円形状に全面噴射するように構成されたフルコーンノズル、気体を混合させ洗浄液を微粒液滴にして噴霧するように構成された二流体ノズル、洗浄液を液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルである第2の液柱ノズル、の何れか一つを含む。

【0020】

上記(6)の方法によれば、散布装置は、ホロコーンノズル、フルコーンノズル、二流体ノズル、第2の液柱ノズルの何れか一つを含むので、散布装置から散布された洗浄液を排ガスと効果的に気液接触させることができる。

【0021】

(7) 本発明の少なくとも一実施形態にかかる液柱式吸収塔は、

燃焼装置から排出された排ガスを洗浄液により洗浄するように構成された液柱式吸収塔であって、

上記排ガスと上記洗浄液とを気液接触させるように構成された気液接触部と、洗浄液を貯留するように構成された液だまり部と、を含む内部空間を画定するように構成された吸収塔本体と、

上記内部空間に設けられるとともに、洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、

上記内部空間における上記液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置に設けられるとともに、洗浄液を下方に向けて散布する散布装置と、

上記液だまり部に貯留された上記洗浄液を第1の洗浄液拔出口から抜き出して上記液柱ノズルに送るように構成された第1の洗浄液供給ラインと、

上記液だまり部に貯留された上記洗浄液を上記第1の洗浄液拔出口とは異なる第2の洗

10

20

30

40

50

浄液拔出口から抜き出して上記散布装置に送るように構成された第2の洗浄液供給ラインと、を備える。

【0022】

上記(7)の構成によれば、吸収塔本体の内部空間に設けられるとともに、洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルと、上記内部空間における液柱ノズルが設けられた位置よりも上方の位置に設けられるとともに、洗浄液を下方に向けて散布する散布装置と、を備えるので、上記液柱ノズル又は上記散布装置の何れか一方のみを備える場合に比べて、洗浄液と排ガスとが接触する気液接触部を大きくできるので、液柱式吸収塔の脱硫性能および除塵性能を向上させることができる。

【0023】

また、上記(7)の構成によれば、吸収塔本体の液だまり部に貯留された洗浄液を第1の洗浄液拔出口から抜き出して液柱ノズルに送るように構成された第1の洗浄液供給ラインと、上記液だまり部に貯留された洗浄液を第2の洗浄液拔出口から抜き出して散布装置に送るように構成された第2の洗浄液供給ラインと、を備える。つまり、液柱ノズルから噴射される洗浄液と散布装置から散布される洗浄液の夫々は、供給元が吸収塔本体の液だまり部であるという点で共通しているが、揚程や洗浄液の圧力損失が各々異なる洗浄液供給ライン(第1の洗浄液供給ライン、第2の洗浄液供給ライン)を通り送られている。各々の洗浄液供給ラインを別ラインとすることで、液柱ノズルや散布装置に供給される洗浄液の量や圧力を適切なものにすることができる。

【0024】

(8)幾つかの実施形態では、上記(7)に記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記第2の洗浄液供給ラインに設けられるとともに、上記第2の洗浄液供給ラインを流れる上記洗浄液の量を調整可能に構成されている調整弁をさらに備える。

【0025】

上記(8)の構成によれば、調整弁により第2の洗浄液供給ラインを流れる洗浄液の量を増減させることで、散布装置から散布される洗浄液の量を増減させることができる。散布装置から散布される洗浄液の量を適量とすることで、必要な脱硫性能や除塵性能を確保しつつ、洗浄液の散布量の過大による排ガスの圧力損失の増加を抑制することができる。

【0026】

(9)幾つかの実施形態では、上記(7)又は(8)に記載の液柱式吸収塔の改造方法であって、上記散布装置は、噴霧パターンが環円形になるように構成されたホロコーンノズル、円形状に全面噴射するように構成されたフルコーンノズル、気体を混合させ洗浄液を微粒液滴にして噴霧するように構成された二流体ノズル、洗浄液を液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルである第2の液柱ノズル、の何れか一つを含む。

【0027】

上記(9)の構成によれば、散布装置は、ホロコーンノズル、フルコーンノズル、二流体ノズル、第2の液柱ノズルの何れか一つを含むので、散布装置から散布された洗浄液を排ガスと効果的に気液接触させることができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、改造コストの増大を防止することができるとともに、脱硫性能および除塵性能を向上させることができる液柱式吸収塔の改造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法のフロー図である。

【図2】一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造する前の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。

【図3】一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造した後の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図４】他の一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法のフロー図である。

【図５】洗浄液循環ラインの構成の一例を説明するための概略構成図である。

【図６】一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造した後の他の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３０】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

なお、同様の構成については同じ符号を付し説明を省略することがある。

【００３１】

図１は、一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法のフロー図である。図２は、一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造する前の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。図３は、一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造した後の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。

【００３２】

幾つかの実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法１（１Ａ）は、図１に示されるように、散布装置４を追設する散布装置追設工程１１と、少なくとも一つの洗浄液供給ライン７を追設する洗浄液供給ライン追設工程１２と、を備える。つまり、液柱式吸収塔の改造方法１では、図２に示されるような改造前の液柱式吸収塔２Ａ（液柱式吸収塔２）に対して、図３に示されるような、散布装置４および洗浄液供給ライン７を追設することで、図３に示されるような改造後の液柱式吸収塔２Ｂ（液柱式吸収塔２）に改造することが行われる。

【００３３】

液柱式吸収塔２は、燃焼装置（不図示）から排出される排ガスを脱硫するための装置である。上記燃焼装置としては、ディーゼルエンジン、ガスタービンエンジン又は蒸気タービンエンジンなどのエンジンやボイラなどが挙げられる。

【００３４】

改造する前の液柱式吸収塔２Ａ（液柱式吸収塔２）は、図２に示されるように、上記燃焼装置から排出された排ガスが導入される内部空間２２を有する吸収塔本体２１を備える。

図示される実施形態では、液柱式吸収塔２は、図２に示されるように、内部空間２２に排ガスを導入するための排ガス導入部２３と、内部空間２２から排ガスを排出するための排ガス排出部２４と、をさらに備える。また、吸収塔本体２１は、図２に示されるように、少なくとも一つの側壁２５の内側面２５１、天井面２１１および底面２１２により、上記内部空間２２を画定している。

【００３５】

吸収塔本体２１と排ガス導入部２３とが隣接する方向を第１方向、第１方向に対して直

交する水平方向を第 2 方向、第 1 方向における排ガス導入部 2 3 側を一方側、第 1 方向における排ガス排出部 2 4 側を他方側、と定義する。

図 1 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の上記第 1 方向における一方側の側壁 2 5 である第 1 側壁 2 5 A には、下方側内部空間 2 2 B と連通する排ガス導入口 2 5 2 が形成されている。また、吸収塔本体 2 1 の天井面 2 1 1 には、上方側内部空間 2 2 A と連通する排ガス排出口 2 1 3 が形成されている。

【0036】

燃焼装置（不図示）から排ガス導入部 2 3 に導かれた排ガスは、排ガス導入部 2 3 を通過した後、排ガス導入口 2 5 2 を介して内部空間 2 2（下方側内部空間 2 2 B）に導入される。内部空間 2 2 に導かれた排ガスは、下方側内部空間 2 2 B を一方側に位置する第 1 側壁 2 5 A から他方側に位置する第 2 側壁 2 5 B に向かって流れた後、内部空間 2 2 を上昇しながら流れていく。上方側内部空間 2 2 A まで上昇した排ガスは、排ガス排出口 2 1 3 を介して吸収塔本体 2 1 の上方に位置する排ガス排出部 2 4 に排出される。

【0037】

改造する前の液柱式吸収塔 2 A（液柱式吸収塔 2）は、図 2 に示されるように、内部空間 2 2 に設けられる少なくとも一つの液柱ノズル 3 を備える。液柱ノズル 3 は、図 2 に示されるように、洗浄液を上方（排ガスの流れ方向における下流側）に向けて液柱状に噴射するように構成されている。

図示される実施形態では、液柱ノズル 3 は、排ガス導入口 2 5 2 の上端縁よりも上方、且つ、天井面 2 1 1 よりも下方に位置している。

洗浄液としては、アルカリ剤を含む液体や海水などが挙げられる。また、アルカリ剤としては、 CaCO_3 、 NaOH 、 Ca(OH)_2 、 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 などが挙げられる。

【0038】

液柱ノズル 3 から噴射された洗浄液により、液柱ノズル 3 の上方に液柱 3 0 が形成される。液柱 3 0 を形成後の洗浄液は、噴き上げ頂部 3 0 1 で分散した後に降下し、液柱ノズル 3 から噴き上げられる洗浄液と衝突して微細化する。微細化して液滴となった洗浄液は、排ガスと気液接触し、排ガスに含まれる SO_x （硫黄酸化物）などの大気汚染物質を効果的に吸収する。また、微細化して液滴となった洗浄液は、排ガスに含まれる煤塵を排ガス中から除去する。

【0039】

図 2 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2 には、内部空間 2 2 に導かれた排ガスと洗浄液とが接触する気液接触部 5 が形成される。気液接触部 5 は、図 2 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の液柱ノズル 3 から上方に向けて液柱状に噴き上げるように噴射された洗浄液と、内部空間 2 2 に導かれた排ガスと、が接触する第 1 気液接触部 5 A を含む。

【0040】

第 1 気液接触部 5 A は、液柱ノズル 3 から上方に向けて噴き上げるように噴射された洗浄液が到達する範囲である洗浄液到達範囲 5 1 に形成される。以下、第 1 気液接触部 5 A（洗浄液到達範囲 5 1）は、上述した噴き上げ頂部 3 0 1 を上端とする。

【0041】

内部空間 2 2 は、図 2 に示されるように、上述した第 1 気液接触部 5 A により、第 1 気液接触部 5 A よりも上方に位置する上方側内部空間 2 2 A と、第 1 気液接触部 5 A よりも下方に位置する下方側内部空間 2 2 B と、に区分けされる。また、内部空間 2 2 は、図 2 に示されるように、下方側内部空間 2 2 B の下方に、洗浄液を貯留するための液だまり部 2 2 C が形成されている。つまり、内部空間 2 2 は、図 2 に示されるように、上方から順に、上方側内部空間 2 2 A、第 1 気液接触部 5 A、下方側内部空間 2 2 B および液だまり部 2 2 C を含んでいる。

【0042】

液だまり部 2 2 C は、洗浄液が貯留されるように構成される。液だまり部 2 2 C に貯留

10

20

30

40

50

される洗浄液には、内部空間 2 2 に導かれた排ガスと気液接触し、排ガスに含まれる SO_x （硫黄酸化物）などの大気汚染物質を吸収した洗浄液が含まれることがある。つまり、液だまり部 2 2 C に貯留される洗浄液には、排ガスから吸収した SO_x により生じた反応生成物や、上記反応生成物を酸化させて生成された酸化生成物が含まれることがある。反応生成物としては、 SO_2 が洗浄液に吸収されることで生成される亜硫酸塩などが挙げられる。また、酸化生成物としては、石膏などが挙げられる。

図示される実施形態では、液だまり部 2 2 C は、気液接触部 5 の下方に位置している。また、液だまり部 2 2 C は、排ガス導入口 2 5 2 の下端縁よりも低い位置に、液面が位置するように設けられる。

【0043】

図示される実施形態では、図 2 に示されるように、側壁 2 5（第 2 側壁 2 5 B）には、液だまり部 2 2 C に貯留される洗浄液を外部に排出するための洗浄液排出口 2 5 3（第 1 洗浄液排出口 2 5 4 および第 2 洗浄液排出口 2 5 5）が開口している。第 1 洗浄液排出口 2 5 4 および第 2 洗浄液排出口 2 5 5 の夫々は、鉛直方向における吸収塔本体 2 1 の底面 2 1 2 の近傍に位置し、液だまり部 2 2 C に連通している。なお、第 1 洗浄液排出口 2 5 4 は、第 2 洗浄液排出口 2 5 5 と同じ高さ位置に設けられていてもよい。また、液柱式吸収塔 2 に第 2 洗浄液排出口 2 5 5 が予め設けられていない場合には、洗浄液供給ライン追設工程 1 2 は、第 2 洗浄液排出口 2 5 5 を開口する工程を含んでいてもよい。

【0044】

図示される実施形態では、液柱式吸収塔 2 は、図 2 に示されるように、液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 1 洗浄液排出口 2 5 4（洗浄液排出口 2 5 3）から抜き出して液柱ノズル 3 に送るように構成された洗浄液循環ライン 6（第 1 の洗浄液供給ライン）をさらに備える。図 2 に示される実施形態では、洗浄液循環ライン 6 は、複数の液柱ノズル 3 が取り付けられた液柱管 3 1 を介して液柱ノズル 3 に対して液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を送るようになっている。なお、液柱式吸収塔 2 は、吸収塔本体 2 1 の外部から液だまり部 2 2 C に洗浄液を導入するように構成される不図示の洗浄液導入ラインを備えていてもよい。

【0045】

図示される実施形態では、液柱管 3 1 は、図 2 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2（下方側内部空間 2 2 B における排ガス導入口 2 5 2 の上端縁よりも上方の高さ位置）において上記第 1 方向に沿って延在している。

他の実施形態では、液柱管 3 1 は、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2 において上記第 1 方向に交差する方向に沿って延在していてもよい。例えば、液柱管 3 1 は、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2 において上記第 2 方向に沿って延在していてもよい。

【0046】

洗浄液循環ライン 6 は、第 1 洗浄液排出口 2 5 4 と液柱管 3 1 とを接続する少なくとも一つの配管 6 1 と、洗浄液循環ライン 6 の途中に設けられる洗浄液循環ポンプ 6 2 と、を含む。

洗浄液循環ポンプ 6 2 は、液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 1 洗浄液排出口 2 5 4 から抜き出して液柱管 3 1 に送るための装置である。洗浄液循環ポンプ 6 2 は、例えば回転翼（翼角度が固定された固定翼 6 2 1 A や動翼）などの回転部 6 2 1 を有している。液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液の一部は、洗浄液循環ポンプ 6 2 により圧送されて、洗浄液循環ライン 6 および液柱管 3 1 を通り、液柱ノズル 3 に送られる。

【0047】

図示される実施形態では、洗浄液循環ライン 6 は、洗浄液循環ライン 6 の洗浄液循環ポンプ 6 2 よりも上流側（第 1 洗浄液排出口 2 5 4 側）に設けられる弁 6 3 を含む。弁 6 3 は、洗浄液の流路である洗浄液循環ライン 6 を開閉するための可動機構を有する。弁 6 3 は、開閉弁でも流量調整弁でもよい。

【0048】

気液接触部 5（第 1 気液接触部 5 A）よりも排ガスの流れ方向における下流側には、ミ

10

20

30

40

50

ストエリミネータ 26 が配置されている。ミストエリミネータ 26 は、ミストエリミネータ 26 を通過する排ガスから水分を除去するように構成される。ミストエリミネータ 26 を通過した排ガスは、液柱式吸収塔 2 の外部に排出される。

【0049】

図示される実施形態では、ミストエリミネータ 26 は、図 2 に示されるように、上方側内部空間 22 A に配置されている。つまり、ミストエリミネータ 26 は、内部空間 22 における洗浄液到達範囲 51 の上端（噴き上げ頂部 301）よりも上方、且つ、吸収塔本体 21 の天井面 211 よりも下方の位置に配置されている。また、ミストエリミネータ 26 は、排ガスの流れ方向における上流側と下流側とを隔てるように、水平方向に沿って延在している。

10

【0050】

また、図示される実施形態では、ミストエリミネータ 26 は、多段構成になっている。つまり、ミストエリミネータ 26 は、上方側内部空間 22 A に配置されるミストエリミネータ 26 A と、上方側内部空間 22 A のミストエリミネータ 26 A より上方の位置に配置されるミストエリミネータ 26 B と、を含んでいる。内部空間 22 に導かれた排ガスは、複数のミストエリミネータ 26（26 A、26 B）を通過した後に、液柱式吸収塔 2 から排出される。

【0051】

図 3 に示されるように、改造した後の液柱式吸収塔 2 B は、吸収塔本体 21 や液柱ノズル 3 のような、上述した改造する前の液柱式吸収塔 2 A が備える構成の他に、散布装置追設工程 11 で追設される散布装置 4 と、洗浄液供給ライン追設工程 12 で追設される洗浄液供給ライン 7 と、を備える。

20

【0052】

散布装置 4 は、図 3 に示されるように、液柱ノズル 3 から上方に向けて噴射された洗浄液が到達する範囲である洗浄液到達範囲 51 よりも上方に設けられる。また、散布装置 4 は、洗浄液を鉛直方向における下方に向けて散布するように構成されている。

【0053】

図示される実施形態では、散布装置 4 は、吸収塔本体 21 の上方側内部空間 22 A において上記第 1 方向に沿って延在する散布管 42 と、散布管 42 に設けられた複数の散布ノズル 41 と、を含む。散布ノズル 41 は、排ガスの流れ方向における上流側に向かって洗浄液を散布するように構成される。

30

他の実施形態では、散布管 42 は、吸収塔本体 21 の上方側内部空間 22 A において上記第 1 方向に交差する方向に沿って延在していてもよい。例えば、散布管 42 は、吸収塔本体 21 の上方側内部空間 22 A において上記第 2 方向に沿って延在していてもよい。

【0054】

散布装置 4 から散布された洗浄液は、排ガスと気液接触し、排ガスに含まれる SO_x （硫黄酸化物）などの大気汚染物質を吸収するとともに、排ガスに含まれる煤塵を排ガス中から除去する。図 3 に示されるように、上述した第 1 気液接触部 5 A（洗浄液到達範囲 51）の上方に、散布装置 4 から散布された洗浄液と、内部空間 22 に導かれた排ガスと、が接触する気液接触範囲 52（第 2 気液接触部 5 B）が形成される。気液接触範囲 52（第 2 気液接触部 5 B）は、洗浄液が散布される散布ノズル 41 の吐出口 43 を上端とし、上述した噴き上げ頂部 301 を下端とする。

40

【0055】

図 3 に示されるように、液柱 30 の高さを H_1 、気液接触範囲 52 の鉛直方向における高さを H_2 とする。改造前の液柱式吸収塔 2 A における気液接触部 5 は、第 1 気液接触部 5 A のみを含むので、鉛直方向における高さが H_1 である。これに対して、改造後の液柱式吸収塔 2 B における気液接触部 5 は、第 1 気液接触部 5 A 及び第 2 気液接触部 5 B を含むので、鉛直方向における高さが H_1 と H_2 の和である。つまり、改造後の液柱式吸収塔 2 B は、改造前の液柱式吸収塔 2 A よりも、気液接触部 5 の鉛直方向における長さが長くなっている。

50

【0056】

洗浄液供給ライン7（第2の洗浄液供給ライン）は、図3に示されるように、液だまり部22Cに貯留された洗浄液を第2洗浄液排出口255（洗浄液排出口253）から抜き出して散布管42を介して散布ノズル41に送るように構成されている。

図示される実施形態では、洗浄液供給ライン7は、図3に示されるように、第2洗浄液排出口255と散布管42とを接続する少なくとも一つの供給管71と、洗浄液供給ライン7の途中に設けられる洗浄液供給ポンプ72（第1供給ポンプ）と、を含む。洗浄液供給ポンプ72は、液だまり部22Cに貯留された洗浄液を第2洗浄液排出口255から抜き出して散布管42に送るための装置である。液だまり部22Cに貯留された洗浄液の一部は、洗浄液供給ポンプ72により圧送されて、洗浄液供給ライン7および散布管42を通り、散布ノズル41に送られる。

10

【0057】

図示される実施形態では、洗浄液供給ライン7は、図3に示されるように、洗浄液供給ライン7の洗浄液供給ポンプ72よりも上流側（第2洗浄液排出口255側）に設けられる少なくとも一つの弁73と、洗浄液供給ライン7の洗浄液供給ポンプ72よりも下流側（散布管42側）に設けられる少なくとも一つの弁74と、を含む。弁73及び弁74の夫々は、洗浄液の流路である洗浄液供給ライン7を開閉するための可動機構を有する。弁73及び弁74の夫々は、開閉弁でも流量調整弁でもよい。

【0058】

上述したように、液柱式吸収塔の改造方法1（1A）は、図1に示されるように、上述した散布装置4を追設する散布装置追設工程11と、上述した洗浄液供給ライン7を追設する洗浄液供給ライン追設工程12と、を備える。

20

図示される実施形態では、散布装置追設工程11の後に、洗浄液供給ライン追設工程12が行われる。洗浄液供給ライン7を敷設前は、吸収塔本体21の外部のスペースに余裕があるので、吸収塔本体21の内部に散布装置4を導入する作業が容易である。

なお、他の実施形態では、散布装置追設工程11の前に、洗浄液供給ライン追設工程12を行うようにしてもよい。

【0059】

図示される実施形態では、散布装置追設工程11は、図1に示されるように、散布ノズル41を散布管42に取り付ける散布ノズル取付工程111と、散布管42を吸収塔本体21に敷設する散布管敷設工程112と、を含む。

30

【0060】

図示される実施形態では、洗浄液供給ライン追設工程12は、図1に示されるように、供給管71を敷設する供給管敷設工程121と、洗浄液供給ポンプ72を追設する供給ポンプ追設工程122と、弁73又は弁74の少なくとも一方を追設する弁追設工程123と、を含む。

【0061】

上述したように、幾つかの実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法1は、図1に示されるように、上述した散布装置4を追設する散布装置追設工程11と、上述した洗浄液供給ライン7を追設する洗浄液供給ライン追設工程12と、を備える。また、上述したように、改造する前の液柱式吸収塔2Aは、上述した内部空間22を有する吸収塔本体21と、上述した液柱ノズル3と、を備える。この場合には、改造する前の液柱式吸収塔2Aは、吸収塔本体21の内部空間22における、液柱ノズル3から上方に向けて液柱状に噴射された洗浄液が到達する範囲である洗浄液到達範囲51に、洗浄液と排ガスとが接触する第1気液接触部5A（気液接触部5）が形成される。洗浄液到達範囲51（第1気液接触部5A）は、液柱30の噴き上げ頂部301を上端とする。

40

【0062】

上記の方法によれば、液柱式吸収塔の改造方法1は、散布装置4を追設する散布装置追設工程11と、洗浄液供給ライン7を追設する洗浄液供給ライン追設工程12と、を備える。散布装置追設工程11で設置された散布装置4は、洗浄液供給ライン7から送られた

50

洗浄液を、液柱ノズル 3 が設けられた位置よりも上方の位置から下方に向けて散布する。このため、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2 における洗浄液到達範囲 5 1 の上端（噴き上げ頂部 3 0 1）よりも上方に、散布装置 4 により散布された洗浄液と排ガスとが接触する気液接触範囲 5 2（第 2 気液接触部 5 B）が新たに形成される。つまり、上記液柱式吸収塔の改造方法 1 により改造後の液柱式吸収塔 2 B は、改造前（既設）の液柱式吸収塔 2 A よりも、洗浄液と排ガスとが接触する気液接触部 5 が上方に拡大している。このため、改造後の液柱式吸収塔 2 B は、改造前の液柱式吸収塔 2 A よりも気液接触部 5 が大きいので、改造前の液柱式吸収塔 2 A よりも脱硫性能および除塵性能を向上させることができる。

【0063】

また、上記の方法によれば、散布装置 4 と少なくとも一つの洗浄液供給ライン 7 の追設は、短期、小規模な工事で可能であり、且つ、吸収塔本体 2 1 に対して長期、大規模な工事を行う必要がないので、改造コストの増大を防止することができる。

【0064】

幾つかの実施形態では、上述した洗浄液供給ライン追設工程 1 2 は、図 1 に示されるように、散布装置 4 に洗浄液を供給するための洗浄液供給ポンプ 7 2（第 1 供給ポンプ）を追設する上述した供給ポンプ追設工程 1 2 2 を含む。この場合には、供給ポンプ追設工程 1 2 2 では、散布装置 4 に洗浄液を供給するための洗浄液供給ポンプ 7 2 を追設する。つまり、洗浄液供給ポンプ 7 2 は、液柱ノズル 3 に洗浄液を供給するための洗浄液循環ポンプ 6 2（第 2 供給ポンプ）とは別のポンプである。洗浄液供給ポンプ 7 2 を洗浄液循環ポンプ 6 2 とは別のポンプとし、洗浄液供給ライン 7 の揚程や洗浄液供給ライン 7 での洗浄液の圧力損失などを考慮したポンプにすることで、散布装置 4 に供給される洗浄液の量や圧力を適切なものにすることができる。また、液柱ノズル 3 に洗浄液を供給するためのポンプには、既設のポンプをそのまま利用できるので、改造コストの増大を防止することができる。

【0065】

幾つかの実施形態では、上述した洗浄液供給ライン追設工程 1 2 は、図 1 に示されるように、上述した弁追設工程 1 2 3 を含む。弁追設工程 1 2 3 で追設される弁（弁 7 3、7 4）は、洗浄液供給ライン 7 を流れる洗浄液の量を調整可能に構成されている調整弁からなる。この場合には、弁追設工程 1 2 3（調整弁追設工程）で追設される調整弁により、洗浄液供給ライン 7 を流れる洗浄液の量を増減させることで、散布装置 4 から散布される洗浄液の量を増減させることができる。散布装置 4 から散布される洗浄液の量を適量とすることで、必要な脱硫性能や除塵性能を確保しつつ、洗浄液の散布量の過大による排ガスの圧力損失の増加を抑制することができる。

【0066】

図 4 は、他の一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法のフロー図である。図 5 は、洗浄液循環ラインの構成の一例を説明するための概略構成図である。

液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が、散布装置 4 にかかる環境下では、散布装置 4 にスケールなどの析出物が付着して散布装置 4 の散布性能が低下する虞がある。以下、図 5 を用いて液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が、散布装置 4 にかかる虞のある環境の一例を説明する。

【0067】

図 5 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の内部には、複数の液柱管 3 1（3 1 A～3 1 D）が、第 2 方向（水平方向）に並んで配列されている。また、吸収塔本体 2 1 の第 2 側壁 2 5 B には、複数の洗浄液排出口 2 5 3（2 5 3 A～2 5 4 D）が水平方向に間隔をあけて開口している。

【0068】

そして、洗浄液循環ライン 6 は、複数の第 1 管路 6 4 A～6 4 D と、一つの第 2 管路 6 5 と、複数の第 3 管路 6 6 A～6 6 D と、を含む。

複数の第 1 管路 6 4 A～6 4 D の夫々は、上流端が複数の洗浄液排出口 2 5 3（2 5 3 A～2 5 3 D）に個別に接続されており、互いの下流端が合流部 6 7 において合流してい

10

20

30

40

50

る。複数の第 1 管路 6 4 A～6 4 D には、洗浄液循環ポンプ 6 2 A～6 2 D および弁 6 3 A～6 3 D が個別に設けられている。

第 2 管路 6 5 は、上流端が合流部 6 7 に接続され、下流端が分岐部 6 8 に接続されている。

複数の第 3 管路 6 6 A～6 6 D の夫々は、上流端が分岐部 6 8 に接続されるとともに分岐部 6 8 から分岐して、下流端が複数の液柱管 3 1 (3 1 A～3 1 D) に個別に接続されている。

【0069】

複数の洗浄液循環ポンプ 6 2 (6 2 A～6 2 D) の夫々が、上述した翼角度が固定された固定翼 6 2 1 A を含む場合には、複数の洗浄液循環ポンプ 6 2 の稼働台数の増減に応じて、液柱 3 0 の高さ (第 1 気液接触部 5 A の鉛直方向における長さ H 1) が増減する。つまり、洗浄液循環ポンプ 6 2 の稼働台数が増えると、その分だけ液柱 3 0 の高さが高くなる。例えば、運転する洗浄液循環ポンプ 6 2 を切り換える際には、予備の洗浄液循環ポンプ 6 2 を起動するので、液柱 3 0 の高さが通常運転時よりも高くなる。液柱 3 0 の高さが高くなると、液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が散布装置 4 にかかる可能性が高くなる。

10

【0070】

幾つかの実施形態では、液柱式吸収塔の改造方法 1 (1 B) は、図 4 に示されるように、上述した散布装置追設工程 1 1 と、上述した洗浄液供給ライン追設工程 1 2 と、液柱ノズル 3 のノズル径 (吐出口 3 2 の口径) を広げるノズル径拡大工程 1 3 と、を備える。

20

図示される実施形態では、ノズル径拡大工程 1 3 の後に、散布装置追設工程 1 1 および洗浄液供給ライン追設工程 1 2 が行われる。

なお、他の実施形態では、ノズル径拡大工程 1 3 の前に、散布装置追設工程 1 1 や洗浄液供給ライン追設工程 1 2 を行うようにしてもよい。

【0071】

図示される実施形態では、ノズル径拡大工程 1 3 は、図 4 に示されるように、ノズル交換工程 1 3 1 又はノズル孔加工工程 1 3 2 の何れかを含む。

ノズル交換工程 1 3 1 では、液柱管 3 1 に取り付けられた液柱ノズル 3 を、ノズル径が大きい別の液柱ノズル 3 に交換することが行われる。

ノズル孔加工工程 1 3 2 では、液柱ノズル 3 に対して切削などの加工を行うことで、ノズル径を広げることが行われる。

30

【0072】

ノズル径拡大工程 1 3 を行い、液柱ノズル 3 のノズル径を広げると、液柱 3 0 の高さ H 1 (図 3 参照) を下げることができる。液柱 3 0 の高さ H 1 を下げることで、液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が散布装置 4 にかかる可能性を低くすることができる。

【0073】

また、ノズル径拡大工程 1 3 を行う前は、鉛直方向における第 1 気液接触部 5 A とミストエリミネータ 2 6 との間が狭く、散布装置 4 の設置が困難な場合であっても、ノズル径拡大工程 1 3 を行うことで、第 1 気液接触部 5 A とミストエリミネータ 2 6 との間を広げることができるので、散布装置 4 の設置が可能になる。

40

【0074】

ノズル径拡大工程 1 3 を行うことで、液柱 3 0 の高さ H 1 が低くなるが、気液接触範囲 5 2 の鉛直方向における高さ H 2 (図 3 参照) が高くなるので、気液接触部 5 全体の鉛直方向における高さを維持することができる。

【0075】

上記の方法によれば、ノズル径拡大工程 1 3 で液柱ノズル 3 のノズル径を広げることで、液柱ノズル 3 から噴射される洗浄液の流量を維持しつつ、液柱 3 0 の高さ H 1 を低くすることができる。液柱 3 0 の高さ H 1 を低くすることで、液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が散布装置 4 にかかるのを防止することができ、ひいては析出物の付着による散布装置 4 の散布性能の低下を防止することができる。なお、液柱 3 0 の高さ H 1 が低く

50

なることで第 1 気液接触部 5 A は小さくなるが、第 1 気液接触部 5 A が小さくなった分だけ第 2 気液接触部 5 B が大きくなるので、液柱式吸収塔 2 全体としては脱硫性能や除塵性能が低下することはない。

【0076】

幾つかの実施形態では、上述した液柱ノズル 3 に洗浄液を供給するための洗浄液循環ポンプ 6 2 (第 2 供給ポンプ) は、翼角度が固定された固定翼 6 2 1 A を含む。この場合には、固定翼 6 2 1 A を含む洗浄液循環ポンプ 6 2 の稼働台数が増えると、その分だけ液柱 3 0 の高さ H 1 が高くなる。例えば、運転する洗浄液循環ポンプ 6 2 を切り換える際には、予備の洗浄液循環ポンプ 6 2 を起動するので、液柱 3 0 の高さ H 1 が通常運転時よりも高くなる。液柱 3 0 の高さ H 1 が高くなると、液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が散布装置 4 にかかる可能性が高くなる。上述したノズル径拡大工程 1 3 により液柱 3 0 の高さ H 1 を低くすることができるので、洗浄液循環ポンプ 6 2 が固定翼 6 2 1 A を含む場合であっても、液柱ノズル 3 から上方に噴射された洗浄液が散布装置 4 にかかるのを防止することができる。

【0077】

幾つかの実施形態では、上述した散布装置 4 は、上述した散布ノズル 4 1 として、噴霧パターンが環円形のホロコーンノズル、円形状に全面噴射するように構成されたフルコーンノズルといった单相 (一流体) ノズル、気体を混合させ洗浄液を微粒液滴にして噴霧するように構成された二相 (二流体) ノズル、洗浄液を液柱状に噴射するように構成された液柱ノズルである第 2 の液柱ノズル、の何れか一つを含む。上記の方法によれば、散布装置 4 は、散布ノズル 4 1 としてホロコーンノズル、フルコーンノズルといった单相 (一流体) ノズル、二相 (二流体) ノズル、第 2 の液柱ノズルの何れか一つを含むので、散布装置 4 から散布された洗浄液は、排ガスと効果的に気液接触するため、排ガスに含まれる大気汚染物質を効果的に吸収したり、除去したりすることが可能である。よって、上記の方法によれば、第 2 気液接触部 5 B における脱硫性能および除塵性能を向上させることができる。

【0078】

図 6 は、一実施形態にかかる液柱式吸収塔の改造方法により改造した後の他の液柱式吸収塔の概略構成を示す断面図である。

上述した液柱式吸収塔 2 (2 A、2 B) は、吸収塔本体 2 1 の天井面 2 1 1 に排ガス排出口 2 1 3 が形成され、吸収塔本体 2 1 の鉛直上方に排ガス排出部 2 4 が配置されている。これに対して、液柱式吸収塔 2 (2 C) は、図 6 に示されるように、吸収塔本体 2 1 の側壁 2 5 (第 2 側壁 2 5 B) に排ガス排出口 2 5 6 (図 3 の排ガス排出口 2 1 3 に相当) が形成され、吸収塔本体 2 1 の他方側の側方に排ガス排出部 2 4 が配置されている。そして、ミストエリミネータ 2 6 は、排ガス排出部 2 4 の内部に配置されている。ミストエリミネータ 2 6 (2 6 C) は、排ガスの流れ方向における上流側と下流側とを隔てるように、鉛直方向に沿って延在している。この場合には、散布装置 4 は、鉛直方向における吸収塔本体 2 1 の天井面 2 1 1 と噴き上げ頂部 3 0 1 (第 1 気液接触部 5 A の上端) との間に設けられる。

【0079】

幾つかの実施形態にかかる液柱式吸収塔 2 は、図 3、6 に示されるように、排ガスと洗浄液とを気液接触させるように構成された上述した気液接触部 5 と、洗浄液を貯留するように構成された上述した液だまり部 2 2 C と、を含む内部空間 2 2 を画定するように構成された吸収塔本体 2 1 と、上述した液柱ノズル 3 と、上述した散布装置 4 と、液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 1 洗浄液排出口 2 5 4 から抜き出して液柱ノズル 3 に送るように構成された上述した洗浄液循環ライン 6 (第 1 の洗浄液供給ライン) と、液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 1 洗浄液排出口 2 5 4 とは異なる第 2 洗浄液排出口 2 5 5 から抜き出して散布装置 4 に送るように構成された洗浄液供給ライン 7 (第 2 の洗浄液供給ライン) と、を備える。

【0080】

上記の構成によれば、吸収塔本体 2 1 の内部空間 2 2 に設けられるとともに、洗浄液を上方に向けて液柱状に噴射するように構成された液柱ノズル 3 と、上記内部空間 2 2 における液柱ノズル 3 が設けられた位置よりも上方の位置に設けられるとともに、洗浄液を下方に向けて散布する散布装置 4 と、を備えるので、上記液柱ノズル 3 又は上記散布装置 4 の何れか一方のみを備える場合に比べて、洗浄液と排ガスとが接触する気液接触部 5 を大きくできるので、液柱式吸収塔 2 の脱硫性能および除塵性能を向上させることができる。

【0081】

また、上記の構成によれば、吸収塔本体 2 1 の液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 1 洗浄液排出口 2 5 4 (第 1 の洗浄液抜出口) から抜き出して液柱ノズル 3 に送るように構成された洗浄液循環ライン 6 (第 1 の洗浄液供給ライン) と、上記液だまり部 2 2 C に貯留された洗浄液を第 2 洗浄液排出口 2 5 5 (第 2 の洗浄液抜出口) から抜き出して散布装置 4 に送るように構成された洗浄液供給ライン 7 (第 2 の洗浄液供給ライン) と、を備える。つまり、液柱ノズル 3 から噴射される洗浄液と散布装置 4 から散布される洗浄液の夫々は、供給元が吸収塔本体 2 1 の液だまり部 2 2 C であるという点で共通しているが、揚程や洗浄液の圧力損失が各々異なる洗浄液供給ライン (洗浄液循環ライン 6、洗浄液供給ライン 7) を通り送られている。各々の洗浄液供給ライン (洗浄液循環ライン 6、洗浄液供給ライン 7) を別ラインとすることで、液柱ノズル 3 や散布装置 4 に供給される洗浄液の量や圧力を適切なものにすることができる。

【0082】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

【0083】

例えば、上述した幾つかの実施形態では、排ガス排出部 2 4 は、第 1 方向において、吸収塔本体 2 1 を挟んで排ガス導入部 2 3 とは反対側に設けられていたが、排ガス導入部 2 3 と同じ側に設けられていてもよい。また、排ガス排出部 2 4 は、上面視において第 1 方向に直交する第 2 方向において、吸収塔本体 2 1 に隣接するように設けられていてもよい。

【符号の説明】

【0084】

1, 1 A, 1 B 液柱式吸収塔の改造方法

1 1 散布装置追設工程

1 1 1 散布ノズル取付工程

1 1 2 散布管敷設工程

1 2 洗浄液供給ライン追設工程

1 2 1 供給管敷設工程

1 2 2 供給ポンプ追設工程

1 2 3 弁追設工程

1 3 ノズル径拡大工程

1 3 1 ノズル交換工程

1 3 2 ノズル孔加工工程

2, 2 A ~ 2 C 液柱式吸収塔

2 1 吸収塔本体

2 1 1 天井面

2 1 2 底面

2 1 3 排ガス排出口

2 2 内部空間

2 2 A 上方側内部空間

2 2 B 下方側内部空間

2 2 C 液だまり部

2 3 排ガス導入部

10

20

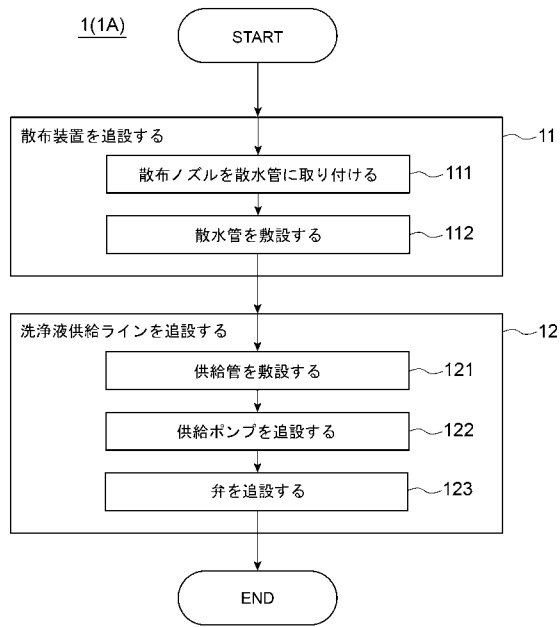
30

40

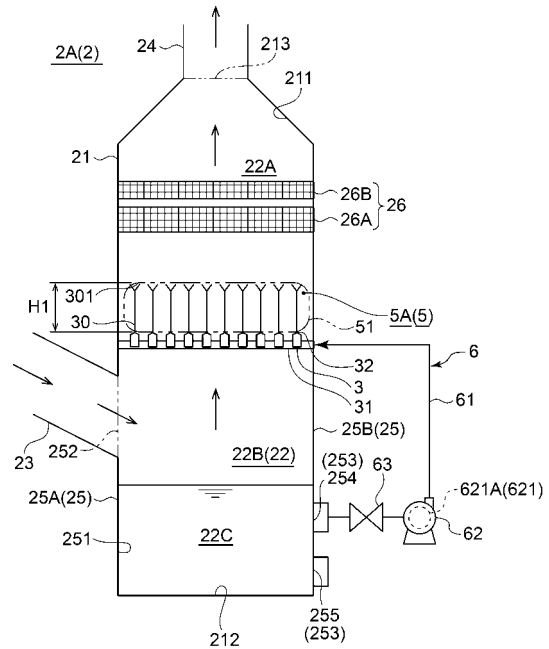
50

2 4	排ガス排出部	
2 5	側壁	
2 5 A	第 1 側壁	
2 5 B	第 2 側壁	
2 5 1	内側面	
2 5 2	排ガス導入口	
2 5 3	洗浄液排出口	
2 5 4	第 1 洗浄液排出口	
2 5 5	第 2 洗浄液排出口	
2 5 6	排ガス排出口	10
2 6, 2 6 A ~ 2 6 C	ミストエリミネータ	
3	液柱ノズル	
3 0	液柱	
3 0 1	噴き上げ頂部	
3 1	液柱管	
3 2	吐出口	
4	散布装置	
4 1	散布ノズル	
4 2	散布管	
4 3	吐出口	20
5	気液接触部	
5 A	第 1 気液接触部	
5 B	第 2 気液接触部	
6	洗浄液循環ライン	
6 1	配管	
6 2, 6 2 A ~ 6 2 D	洗浄液循環ポンプ	
6 2 1	回転部	
6 2 1 A	固定翼	
6 3, 6 3 A ~ 6 3 D	弁	
6 4 A ~ 6 4 D	第 1 管路	30
6 5	第 2 管路	
6 6 A ~ 6 6 D	第 3 管路	
6 7	合流部	
6 8	分岐部	
7	洗浄液供給ライン	
7 1	供給管	
7 2	洗浄液供給ポンプ	
7 3, 7 4	弁	
H 1	液柱の高さ	
H 2	第 2 気液接触部の気液接触範囲の高さ	40

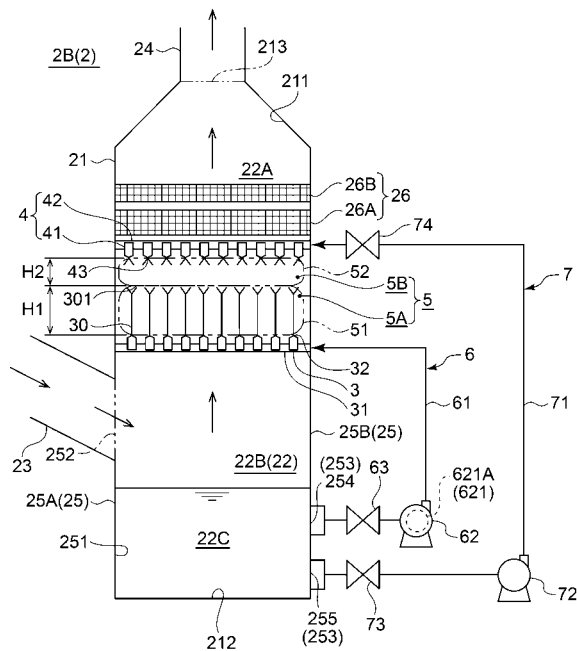
【図 1】



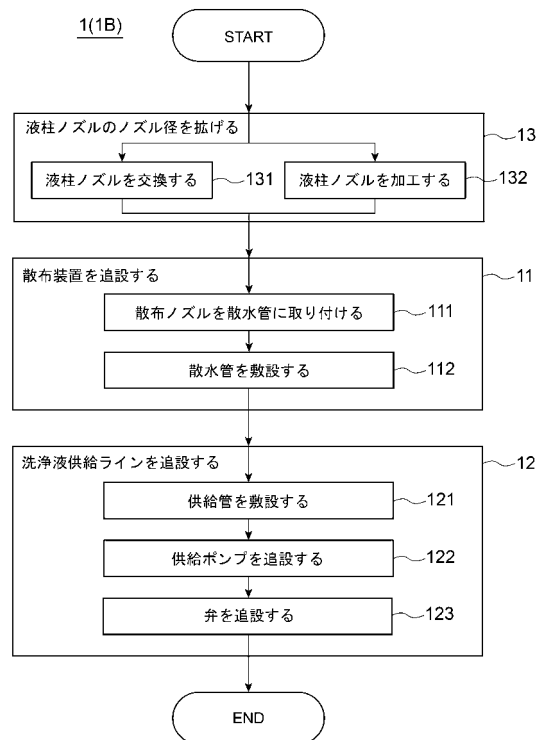
【図 2】



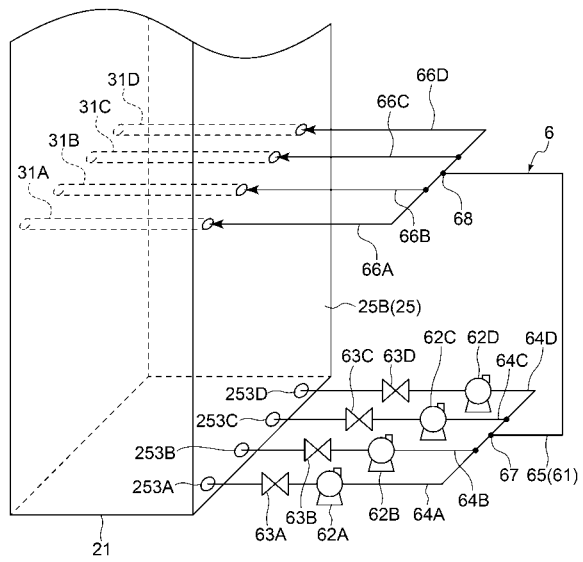
【図 3】



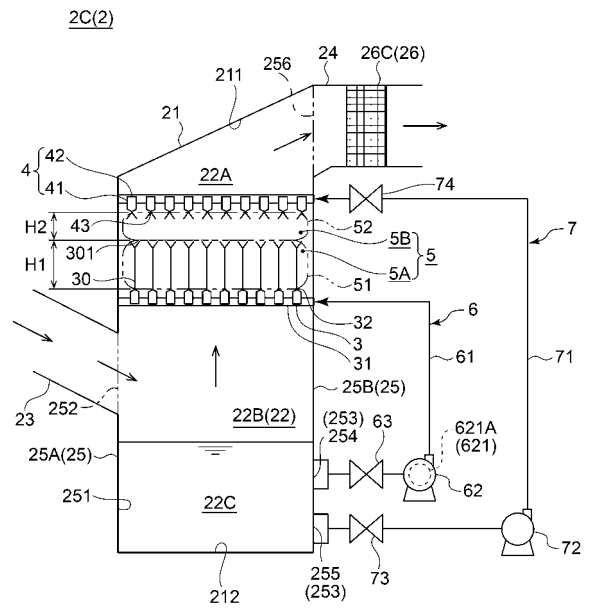
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 大森 一朗

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

(72)発明者 菅野 翔一

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

Fターム(参考) 4D002 AA02 AC10 BA02 BA14 BA16 CA01 DA02 DA05 DA12 DA16
DA36 EA05 EA12 FA03 GA03 GB06
4D020 AA06 BA01 BA02 BA08 BA09 BA23 BB03 BC05 CB27 CC06
CD01 DA01 DB05